

**PRARANCANGAN PABRIK DODEKILBENZENA
DARI DODEKENA DAN BENZENA
DENGAN PROSES DETAL
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**



PUBLIKASI ILMIAH

Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan

Program Studi Strata 1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik

Oleh:

EDI SANTOSO

D500140167

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2016

HALAMAN PERSETUJUAN

PRARANCANGAN PABRIK DODEKILBENZENA
DARI DODEKENA DAN BENZENA DENGAN PROSES DETAL
KAPASITAS PRODUKSI 60.000 TON/TAHUN

PUBLIKASI ILMIAH

EDI SANTOSO

D 500 140 167

oleh:

EDI SANTOSO

D 500 140 167

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

Emi Erawati, S.T.,M.Eng.

NIK. 989

HALAMAN PENGESAHAN

PRARANCANGAN PABRIK DODEKILBENZENA
DARI DODEKENA DAN BENZENA DENGAN PROSES DETAL
KAPASITAS PRODUKSI 60.000 TON/TAHUN

OLEH

EDI SANTOSO

D 500 140 167

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

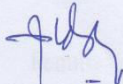

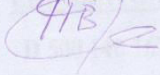
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 03 Mei 2016

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Emi Erawati, S.T., M.Eng.
(Penguji I Dewan Penguji)
3. Hamid Abdillah, S.T., M.T.
(Penguji II Dewan Penguji)

()
()
()

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

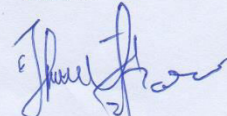
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 12 Mei 2016

Penulis



EDI SANTOSO

D 500 140 167

Prarancangan Pabrik Dodekilbenzenadari Dodekena Dan Benzena dengan Proses Detalkapasitas 60.000 Ton/Tahun

Abstrak

Surfaktan merupakan komponen yang penting dalam hal kebersihan, salah satu jenis surfaktan yang sering digunakan yaitu natrium dodekilbenzena yang terbuat dari bahan baku linier alkil benzena (LAB). Surfaktan ini mempunyai harga yang lebih murah dan lebih mudah disulfonasi dibanding dengan surfaktan jenis lain. Salah satu jenis LAB yang sering digunakan yaitu dodekilbenzena. Pabrik ini mempunyai kapasitas 60.000 ton/tahun dan akan didirikan pada tahun 2021 di Cilacap dengan karyawan berjumlah 156 orang. Pabrik ini akan mengolah dodekena dan benzena menjadi dodekilbenzena dengan menggunakan proses DETAL pada suhu operasi 150°C dan katalis silika alumina. Bahan baku yang digunakan adalah benzena sebanyak 2.523,41 kg/jam dan dodekena sebanyak 5.667,18 kg/jam. Benzena dan dodekena ini akan direaksikan didalam *reaktor fixed bed single tube*. Produk utama yang dihasilkan dodekilbenzena sebesar 7.575,76 kg/jam dan produk samping didodekilbenzena sebesar 417,79 kg/jam. Pabrik ini didukung dengan unit utilitas yang terdiri dari unit penyediaan air sebanyak 43.427,21 kg/jam, unit pengadaan steam sebanyak 7.837,96 kg/jam, unit pengadaan listrik sebanyak 327,12 kW, unit pengadaan udara tekan sebanyak 150 m³/jam, dan unit pengadaan bahan bakar MFO sebanyak 1.634,19 liter/jam. Pabrik ini dilengkapi dengan unit laboratorium yang digunakan sebagai pengendalian mutu. Pabrik ini berbentuk perseroan terbatas terbuka yang memerlukan modal tetap sebesar Rp 437.783.460.149 dan modal kerja sebesar Rp 142.013.215.637. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 285.287.473.660 per tahun, keuntungan setelah pajak Rp 213.965.605.245 per tahun, *return on investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 65,20%, ROI setelah pajak sebesar 48,90%, *pay out time (POT)* sebelum pajak selama 1,33 tahun, POT setelah pajak selama 1,70 tahun, *break even point (BEP)* sebesar 43,63%, dan *shut down point (SDP)* sebesar 29,79% dengan *discounted cash flow (DCF)* sebesar 20%, sehingga pabrik ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : Dodekilbenzena, *reaktor fixed bed single tube*, DETAL.

ABSTRACT

Surfactant is the most important thing in cleanlines, one of the most usable surfactant is sodium dodecylbenzene sulfonat which produced from linear alkyl benzene (LAB). This surfactant is cheaper and easier to sulfonate between the other surfactant. One of the most usable LAB is dodecylbenzene. This company has 60000 tons/year and will be established in Cilacap at 2021 with 156 employees. This factory will convert the dodecene and benzene to produce dodecylbenzene with DETAL process at 150 °C and silica alumina as catalyst. The raw material are 2.523,41 kg/h benzene and 5.667,18 kg/h dodecene. Benzene and dodecene will be reacted in Fixed Bed Singletube reactor. The main product is 7.575,76 kg/h dodecylbenzene and the side product is 417.79 kg/h didodecylbenzene. This factory is supported by utility plant such as water supplier with 43.427,21 kg/h capacity, steam supplier unit with 7.837,96 kg/h capacity, electricity unit with 327.12 kW capacity, compressed air unit with 150 m³/h capacity and MFO fuel supply facility with 1.634,19 liters/h. This factory is supported by laboratory unit for controlling the quality. The company are classified as Opened Limited Liability Company with 437.783.460.149 rupiahs fixed capital cost and 142.013.215.637 rupiahs working capital cost need. The economical

analysis result shows that the profit before tax are 285.287.473.660 rupiahs per year, profit after tax are 213.965.605.245 rupiahs per year, Return on investment (ROI) before tax are 65,20%, ROI after tax are 48,90%, Pay out time (POT) before tax are 1,33 years, POT after tax are 1,70 years, Break even point (BEP) are 43,63% and Shut down point (SDP) are 29,79% with Discounted cash flow (DCF) are 20%, so the company are feasible to establish.

Keywords : Dodecylbenzene, fixedbed singletube, DETAL,

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang dengan jumlah penduduk terbesar ketiga di dunia dan jumlah pertumbuhan penduduk tersebut akan semakin bertambah dan mengakibatkan bertambahnya kebutuhan hidup masyarakat.

Salah satu kebutuhan masyarakat Indonesia yaitu dalam hal kebersihan. Karena sifatnya yang dapat mengikat kotoran, maka surfaktan menjadi komponen yang penting dalam hal kebersihan. Salah satu jenis surfaktan yang sering digunakan yaitu natrium dodekil benzena yang terbuat dari bahan baku LAB (Linier Alkil Benzena). Surfaktan ini mempunyai harga yang lebih murah dan lebih mudah disulfonasi disbanding dengan surfaktan yang lain. Dengan melihat berbagai fungsi, kebutuhan dan adanya bahan baku yang melimpah, maka Indonesia dituntut untuk mempunyai pabrik dodekilbenzena yang didirikan di dalam negeri.

B. Pemilihan Kapasitas Pabrik

Pemilihan kapasitas pabrik ini didasarkan pada beberapa pertimbangan, diantaranya:

1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan dodekilbenzena yaitu benzena diperoleh dari PT. Pertamina Cilacap dan dodekena diperoleh dengan cara meng-impor dari Chevron Philips Chemicals Company LP Singapura.

2. Permintaan Produk

Tabel 1 Data impor natrium dodekilbenzena di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
1.	2012	1.800
2.	2013	2.200
3.	2013	4.606

(Badan Pusat Statistika)

3. Kapasitas Pabrik yang Sudah ada

Didalam negeri, PT. Unggul Indah Cahaya memproduksi *Linear Alkyl Benzene* dan *Branched Alkyl Benzene* dengan kapasitas 210.000 ton/tahun.

Tabel 2 Data pabrik natrium dodekilbenzena

No	NamaPabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	Repsol YPF	45.000
2.	PrvaIsrka	50.000
3.	Chevron Onite	100.000

(Sthepen, J.J.)

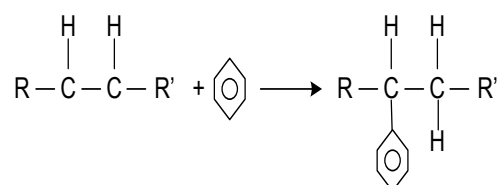
Dengan pertimbangan diatas, maka pabrik akan didirikan pada tahun 2021 dengan kapasitas sebesar 60.000 ton/tahun.

II. DESKRIPSI PROSES

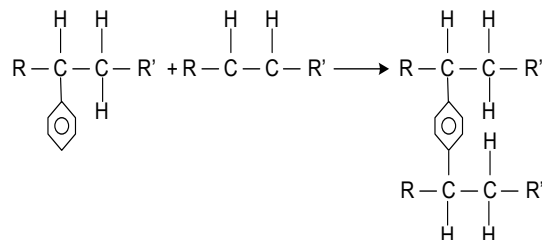
A. Dasar Reaksi

Pembuatan dodekilbenzena dari dodekena dan benzena dengan katalis tungsten Oksida dengan penyangga silika alumina merupakan reaksi alkilasi yang dijalankan di dalam reaktor *Fixed bed* yang dioperasikan pada suhu 150°C.

Reaksi utama:



Reaksi sampling:



Dodekilbenzena + benzena \rightarrow didodekilbenzena

B. Penentuan Nilai K

Untuk menentukan arah reaksi, maka dilakukan peninjauan terhadap konstanta kesetimbangan (K).

$$\Delta G_f^\circ = -RT \ln K$$

$$\Delta G_f^\circ = \Delta G_f^\circ \text{ produk} - \Delta G_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$= \Delta G_f^\circ \text{ dodecylbenzene} - (\Delta G_f^\circ \text{ benzene} + \Delta G_f^\circ \text{ dodecene})$$

$$= 211,79 - (129,66 + 137,9)$$

$$= -55,77 \text{ KJ/mol}$$

Menghitung nilai konstanta kesetimbangan (K) pada kondisi standar (298 K)

$$\ln K = \frac{-\Delta G_f^\circ}{RT}$$

$$K = 5,979278744 \cdot 10^9$$

Menghitung nilai konstanta kesetimbangan (K) pada kondisi operasi (423 K)

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \left[-\frac{\Delta H}{R} \right] \left[\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right]$$

$$K_2 = 61518,94$$

- Nilai Gibbs negatif berarti reaksi dapat berlangsung.
- Nilai K yang besar berarti reaksi berlangsung secara irreversible (searah)

C. Langkah Proses

1. Penyimpanan bahan baku

Bahan baku benzena dan dodekena disimpan di tangki penyimpanan F-113 dan F-114 A/B pada fase cair dengan suhu 30°C. Benzena dipanaskan

dengan menggunakan *heat exchanger* E-117 dan dodekena dipanaskan menggunakan *heat exchanger* E-119 sampai suhu 150°C.

2. Tahap Pembentukan Produk

Proses pembentukan dodekilbenzena terjadi di dalam reaktor *fixedbed single tube* (R-110) pada suhu 150°C dan tekanan 16,5 atm, menghasilkan produk samping berupa didodekilbenzena.

3. Tahap Pemurnian

Pada tahap ini produk utama yang berupa dodekilbenzena dimurnikan dari impuritasnya dengan menggunakan Menara Destilasi.

III. SPESIFIKASI ALAT PROSES

A. REAKTOR

Kode	: R-110
Fungsi	: Mereaksikan Benzena dan Dodekena dengan bantuan katalis <i>Tungsten Oksida</i> untuk menghasilkan Dodekilbenzena
Tipe	: <i>Fixed bed reactor</i> dengan katalis <i>tungsten oksida</i>
Kondisi Operasi	: Tekanan
	: Suhu
Spesifikasi	: Diameter
	: Tinggi
	: Tebal <i>Shell</i>
	: Tebal <i>Head</i>
	: Tinggi <i>Head</i>
	Jenis <i>Head</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel</i>
Harga	: US \$12.338

B. MENARA DESTILASI 1

Kode	: D-120
Fungsi	: Untuk memisahkan produk hasil reaktor

sebanyak 31.467,00 kg/jam menjadi hasil atas sebanyak 22.578,56 kg/jam untuk di-*recycle* dan hasil bawah sebanyak 8.888,44 kg/jam.

Tipe	:	Menara destilasi dengan <i>sieve tray</i>
Kondisi	:	Umpan
	- P	: 1,1 atm
	- T	: 148,58°C
	Atas	
	- P	: 1 atm
	- T	: 80,09°C
	Bawah	
	- P	: 1,15 atm
	- T	: 145,12°C
<i>Tray Spacing</i>	:	0,45 m
<i>Tray</i>	:	28 <i>tray</i>
Diameter Puncak	:	2,38 m
Diameter Dasar	:	3,26 m
Tinggi	:	13,44 m
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>
Harga	:	US \$285,600

C. MENARA DESTILASI 2

Kode	:	D-130
Fungsi	:	Untuk memisahkan produk bawah Menara Destilasi 01 (D-120) sebanyak 8.888,44 kg/jam menjadi hasil atas sebanyak 894,89 kg/jam untuk dialirkan ke Menara Destilasi 04 (D-150) dan hasil bawah sebanyak 7.993,55 kg/jam.
Tipe	:	Menara destilasi dengan <i>sieve tray</i>
Kondisi	:	Umpan
	- P	: 1,15 atm

	- T	: 145,12°C
	Atas	
	- P	: 1,05 atm
	- T	: 85,50°C
	Bawah	
	- P	: 1,2 atm
	- T	: 337,18°C
<i>Tray Spacing</i>	:	0,3 m
<i>Tray</i>	:	49 tray
Diameter Puncak	:	0,52 m
Diameter Dasar	:	1 m
Tinggi	:	15,10 m
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>
Harga	:	US \$137.932

D. MENARA DESTILASI 3

Kode	:	D-140
Fungsi	:	Untuk memisahkan produk hasil bawah Menara Destilasi 02 (D-130) sebanyak 7.993,55 kg/jam menjadi hasil atas sebanyak 7.757,76 kg/jam dan hasil bawah sebanyak 417,80 kg/jam.
Tipe	:	Menara distilasi dengan <i>sieve tray</i>
Kondisi	:	Umpan
	- P	: 1,2 atm
	- T	: 337,18°C
	Atas	
	- P	: 1,1 atm
	- T	: 331,90°C
	Bawah	
	- P	: 1,25 atm
	- T	: 397,04°C

<i>Tray Spacing</i>	:	0,45 m
<i>Tray</i>	:	28 tray
Diameter Puncak	:	1,08 m
Diameter Dasar	:	1,01 m
Tinggi	:	13,07 m
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>
Harga	:	US \$111.948

E. MENARA DESTILASI 4

Kode	:	D-140
Fungsi	:	Untuk memisahkan produk atas Menara Destilasi 02 (D-130) sebanyak 894,89 kg/jam menjadi hasil atas sebanyak 697,85 kg/jam untuk di- <i>recycle</i> dan hasil bawah sebanyak 197,04 kg/jam.
Tipe	:	Menara distilasi dengan <i>sieve tray</i>
Kondisi	:	Umpan
	- P	: 1,05 atm
	- T	: 85,50°C
	Atas	
	- P	: 1 atm
	- T	: 80,09°C
	Bawah	
	- P	: 1,1 atm
	- T	: 166,02°C
<i>Tray Spacing</i>	:	0,15 m
<i>Tray</i>	:	49 tray
Diameter Puncak	:	0,59 m
Diameter Dasar	:	0,89 m
Tinggi	:	7,64 m
Bahan Konstruksi	:	<i>Carbon steel</i>
Harga	:	US \$47.257

IV. UTILITAS

Unit utilitas merupakan unit penunjang utama dalam kelancaran jalannya suatu proses produksi. Proses produksi dalam suatu pabrik tidak akan berjalan dengan baik jika unit utilitas tidak ada. Oleh karena itu, segala sarana dan prasarananya harus dirancang agar dapat menjamin kelangsungan operasi suatu pabrik.

Unit penyediaan air sebanyak 43.427,21 kg/jam, unit pengadaan steam sebanyak 7.837,96 kg/jam, unit pengadaan listrik sebanyak 327,12 Kw, unit pengadaan udara tekan sebanyak 150 m³/jam dan unit pengadaan bahan bakar sebanyak 1.634,19 liter/jam.

V. MANAJEMEN PERUSAHAAN

Pabrik *dodecylbenzene* dari *benzen* dan *dodecene* direncanakan didirikan dalam bentuk Perseroan Terbatas Terbuka (PT Tbk) dengan lokasi perusahaan di Cilacap, Jawa Tengah. Perseroan terbatas merupakan badan usaha yang besarnya modal usaha berasal dari saham yang dijual kepada masyarakat umum melalui pasar modal (*go public*). Jumlah karyawan yaitu 156 orang yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift*.

VI. ANALISA EKONOMI

Pabrik ini berbentuk perseroan terbatas terbuka yang memerlukan modal tetap sebesar Rp 437.783.460.149 dan modal kerja sebesar Rp 142.013.215.637. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 285.287.473.660 per tahun, keuntungan setelah pajak Rp 213.965.605.245 per tahun, *return on investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 65,20%, *ROI* setelah pajak sebesar 48,90%, *pay out time (POT)* sebelum pajak selama 1,33 tahun, *POT* setelah pajak selama 1,70 tahun, *break even point (BEP)* sebesar 43,63%, dan *shut down point (SDP)* sebesar 29,79% dengan *discounted cash flow (DCF)* sebesar 20%, sehingga pabrik ini layak untuk didirikan.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. *Data Import-Eksport 2009-2015*. (<http://www.bps.go.id>, diakses pada 11 september 2015)
- Kern, D.Q. 1983. *Process Heat Transfer*. Tokyo: McGraw Hill International Book Company.
- Kirk, R.E., dan Othmer, D.F. 1983. *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd ed. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- McKetta, J.J. & Cunningham, W.A. 1984. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. New York: Merrell Dekker.